VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 172
DIE STAATLICHE LANDWIRTSCHAFTLICHE VERSUCHSTÄTIGKEIT
VERÖFFENTLICHUNG Nr. 172

COMMONWEALTH BUREAU OF
PASTURES AND FIELD CROPS
LIB. REF.
REC'D. 21 MAY 1959
Ab. by
DATE 29.5.59
Ab. articles: PP.

SARATURVESUON KALKITUS- JA LANNOITUSKOKEEN TULOKSIA

OLAVI ANTTINEN

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
POHJOIS-POHJANMAAN KOEASEMA
RUUKKI

REFERAT:

ERGEBNISSE EINES KALKUNGS- UND DÜNGUNGSVERSUCHS AUF SEGGENTORFMOOR

HELSINKI 1959

VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 172
DIE STAATLICHE LANDWIRTSCHAFTLICHE VERSUCHSTÄTIGKEIT VERÖFFENTLICHUNG Nr. 172

SARATURVESUON KALKITUS- JA LANNOITUSKOKEEN TULOKSIA

OLAVI ANTTINEN
MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
POHJOIS-POHJANMAAN KOEASEMA
RUUKKI

REFERAT:

ERGEBNISSE EINES KALKUNGS- UND DÜNGUNGSVERSUCHS AUF SEGGENTORFMOOR

HELSINKI 1959

Helsinki 1959. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisällys

	Sivu
Johdanto	5
Kokeen suunnittelu ja suoritus	6
Satotulokset	9
Satotulosten tarkastelua	13
1. Väkilannoitteiden vaikutus	13
2. Kalkin vaikutus	14
3. Karjanlannan vaikutus	18
4. Väkilannoitteiden ja peruskäsittelyjen yhteinen vaikutus	21
Satotasossa koekauden aikana tapahtuneet muutokset	22
Koealueen viljavuusarvot	23
Sadon laatu	25
1. Heinäsadon kasvikoostumus	25
2. Kevätviljojen jyväsadon laatu	27
Päätelmät	28
Kirjallisuutta	30
Referat	31

Saapunut 13. 10. 1958.

Nach dem Ausland wird diese Veröffentlichung durch die Bibliothek des Landwirtschaftlichen Forschungszentrums, Tikkurila, Finnland erhältlich.

Johdanto

Maan kalkituksen tarvetta koskevia tutkimuksia on sekä Suomessa että naapurimaissamme suoritettu runsaasti. Tutkimustuloksia ovat julkaisseet meillä mm. TUORILA, TAINIO ja TERÄSVUORI 1939, TUORILA 1945, TAINIO 1952, muissa pohjoismaissa mm. HOLE 1924, 1930 ja 1934, DJURLE 1930, HOVD 1938, ERNEST 1942, FRANCK 1946 ja 1949, EGNER 1948, ÅSLANDER 1948 ja HAUGEN 1949. Erittäin arvokas on LUNDBLADin ja EKMANin 1955 laatima yhdistelmä Ruotsissa suoritetuista kalkituskokeista.

Tutkimusten mukaan kalkin vaikutus on eri olosuhteissa tavattoman vaihteleva. Se riippuu maan pH-arvosta ja sen sisältämästä kalkkimäärästä. Eri maalajeilla voi kalkituksen tarve olla erilainen, vaikka pH-arvo ja kalkkimäärä olisivatkin samat. Kalkitus voi vaikuttaa haitallisestikin, varsinkin, jos hivenravinteiden puutetta esiintyy.

Pohjois-Pohjanmaan rannikkotasangon suot ovat pääosaltaan yhtenäistä tyyppiä olevia saraturvesoita, joilla turve on yleensä enintään keskikertaisesti maatunutta. Koska näitä soita on raivattu runsaasti viljelykseen ja koska niillä on kalkituskokeita suoritettu verrattain vähän, on käytännön tarve vaatinut Pohjois-Pohjanmaan koeasemaa ryhtymään niiden kalkituskysymysten selvittelyyn. Tähän selvittelyyn on toistaiseksi pyritty pääasiassa yhden laajan, 120 ruutua käsittävän kokeen avulla, jossa kalkin ohella ovat tutkimuskohteina karjanlanta ja väkilannoitteet. Nimenomaan karjanlannan vaikutuksesta satoihin kaivataankin selvityksiä, sillä asiaa koskevia kokeita ja julkaistuja koetuloksia on meillä tavattoman vähän. Meikäläisistä kannattaa mainita ainoastaan SALOSEN ja HONKAVAARAN 1954 sekä SALOSEN ja TAINION 1956 julkaisut.

Kokeen suunnittelu ja suoritus

Koe järjestettiin koeaseman saraturvesuolle, jota voidaan pitää tyypillisenä Pohjois- ja Keski-Pohjanmaan rannikkoalueen soiden edustajana. Koealueen turvekerroksen paksuus on 40—70 cm ja se lisääntyy tasaisesti lännestä itään mentäessä. Turpeen maatumisaste on keskinkertainen, (H 6—7) ja sarajätteiden joukossa esiintyy siinä, varsinkin pohjakerroksissa, runsaasti kortteen jätteitä. Alue on raivattu viljelykseen jo ennen koeaseman perustamista 1910-luvulla, ja sen viljely on aloitettu n. v. 1920. Kaikesta päättäen se on edellisen omistajan toimesta savettu, mutta savimäärästä enempää kuin alkuvuosien lannoituksestakaan ei ole muistiinpanoja säilynyt.

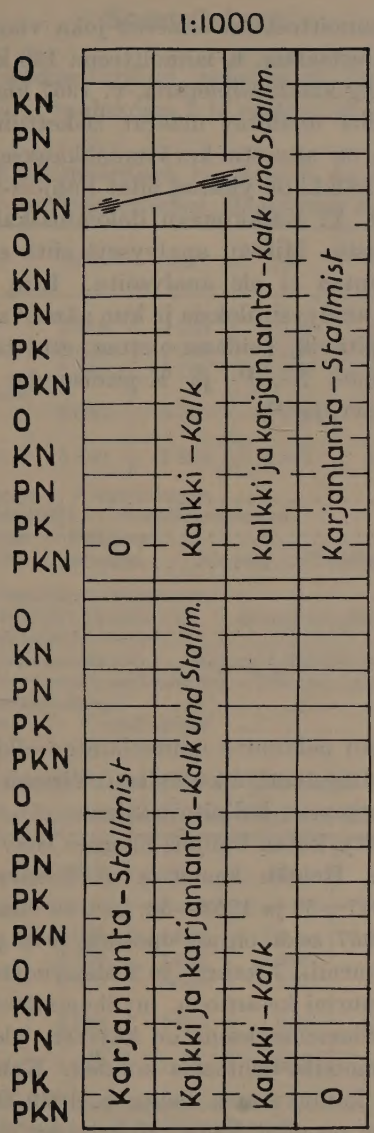
Turpeen ominaisuuksia kuvaavat seuraavat v. 1926 koetta perustettaessa otettujen maanäytteiden keskimääräiset analyysitulokset (analyysit on suoritettu silloisella maatalouskoelaitoksen maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla):

Hehkutuskevennys kuiva-aineesta	56,8 %
Tilavuuspaino	0,45
Elektrolyyttejä mg litrassa maata	406
pH	5,27
N (kuiva-aineessa)	17,2 ‰
CaO (0,2 norm. suolahappoon liuk.)	4,95 »
P_2O_5 (—»— —»— -»-)	0,33 »
K_2O (—»— —»— -»-)	0,62 »

Myöhemmin suoritettujen viljavuustutkimusten tuloksia selostetaan sivuilla 23—25.

Kuten mainittiin, koe järjestettiin v. 1926, ja se on koeaseman silloisen johtajan T. J. Virrin suunnittelema. Siitä on nyt vuoden 1957 loppuun mennessä käytettävissä 31 vuoden tulokset. Koetta on tarkoitus edelleen jatkaa.

Kokeessa ovat koejäseninä kalkki ja karjanlanta (seuraavassa nimitetään käsittelyjä niillä peruskäsittelyiksi) sekä kumpikin erikseen että molemmat yhdessä ja luonnollisesti vielä peruskäsittelyjäsen O. Lisäksi on kaikilla peruskäsittelyjäsenillä lannoituskoe väkilannoitteilla yhdistelmin PKN, PK, PN, KN ja O. Peruskäsittelykerranteita on kaksi, väkilannoitekerranteita kuusi. Koejäsenten sijainti kentällä käy selville piirroksesta 1.



Piirros 1. Koealueen kenttäkartta.
Fig. 1. Feldkarte vom Versuchsgebiet.

Kalkitus ja karjanlantalannoitus on toimitettu tähän mennessä neljä kertaa, vuosina 1926, 1933, 1940 ja 1952. Kalkkimäärä oli v. 1926 2, myöhemmin 3 tn/ha kalkkikivijauhetta, ja karjanlantaa on annettu 30 tn kerrallaan. Näin ollen on kalkkia tullut yhteensä käytetyksi 11 tn ja karjan-

lantaa 120 tn. Väkilannoitteet on annettu joka vuosi. P-lannoitteena on käytetty 300 kg kotkafosfaattia, K-lannoitteena 150 kg 40-%:sta kalisuolaa ja N-lannoitteena 100 kg kalkkisalpietaria, v. 1957 kuitenkin 100 kg Oulunsalpietaria, kaikki edellä mainitut määrät laskettuina hehtaaria kohden. Kalkki ja karjanlanta on annettu kevätmuokkauksen yhteydessä.

Kokeessa käytetty kalkki on yleensä ollut Pohjois-Suomessa yksinomaan käytännössä ollutta O. Y. Kalkkimaan dolomiittikalkkikivijauhetta, joka on tunnetusti Mg-pitoista. Mitään analyysejä siitä ei ole suoritettu.

Myöskään karjanlantaa ei ole analysoitu. Kun muihin tarkoituksiin käytetystä lannasta on analyysituloksia ja kun nämä tulokset ovat keskenään verrattain hyvin yhtäpitäviä, voidaan olettaa, että tässäkin kokeessa käytetyn lannan kuiva-aine-, N-, P- ja K-pitoisuudet vastaavat seuraavia analyysitulosten keskiarvoja: [1])

Kuiva-ainetta	22,2 %
Kokonais-N	5,61 ‰
NH_4-N	0,93 »
NO_3-N	0,04 »
Kokonais-P_2O_5	2,83 »
—»— -K_2O	7,23 »

Lanta on ollut vähän palanutta nautaeläinten olkilantaa ja se on sisältänyt sekä kiinteät että nestemäiset ulosteet. Virtsan mukanaolo selittänee lannan normaalia suuremman kalipitoisuuden.

Koealueella on viljelty, kuten Pohjois-Suomen suoviljelyksillä yleensäkin, heinää ja kevätviljaa. Heinän kasvussa oli koealue vuosina 1927—31, 1934—38, 1941—44, 1947—50 ja 1953—56, kauran vuosina 1932, 1933, 1939, 1946, 1951, 1952 ja 1957 sekä ohran vuosina 1940 ja 1945. Koekauteen sisältyy näin ollen 22 nurmi-, 7 kaura- ja 2 ohravuotta.

V. 1926 kylvettiin nurmi kesantoon, myöhemmin on nurmet perustettu suojaviljaa käyttäen. Siemenseoksena on käytetty yleensä 5—10 kg punaapilaa ja 20—25 kg timoteita hehtaaria kohden. Kauralajikkeena on ollut kahtena ensimmäisenä kauravuonna Pelso, v. 1939 Orion II ja sittemmin Tammi. Ohralajikkeena on ollut Vega. Heinäsadot on niitetty normaalina heinäntekoaikana, kuivattu seipäillä ja punnittu ilmakuivina. Odelmasatoja ei ole korjattu. Kevätviljasadot on niitetty joko sirpillä, viikatteella tai pienoistraktorin niittolaitteella, kuivattu lyhteisiin sidottuina seipäillä ja puitu ruuduittain. Jyvät on punnittu kuivatuksen ja lievän puhdistuslajittelun jälkeen.

---

[1]) Vrt. Anttinen 1957, siv. 8, 10.

Satotulokset

Kokeesta saadut keskimääräiset heinäsadot (kg/ha) esitetään taulukossa 1, kauran jyväsadot taulukossa 2 ja vastaavat ohrasadot taulukossa 3.

Taulukko 1. Keskimääräiset heinäsadot kg/ha (22 vuotta).
Tabelle 1. Die durchschnittlichen Heuerträge kg/ha (22 Jahre).

	PKN	PK	PN	KN	O	keskim. *im Mittel*
O	5 310	4 700	4 530	3 730	3 300	4 310
Kalkki — *Kalk*	5 670	5 360	4 710	3 690	3 250	4 540
Karjanlanta — *Stallmist*	5 740	5 190	5 220	4 700	4 190	5 010
Kalkki ja karjanlanta — *Kalk und Stallmist*	5 990	5 760	5 450	5 050	4 500	5 340
keskim. — *im Mittel*	5 680	5 250	4 980	4 290	3 850	4 800

F-arvot — *F-Werte:*

Kerranteet — *Wiederholungen*	4,74***
Peruskäsittelyt — *Grundbehandlungen*	209,62***
Lannoitus — *Düngung*	605,43***
Lannoitus × peruskäs. — *Düngung × Grundbeh.*	15,66***

Merkitsevät erot kg/ha — *Signifikante Differenzen:*

	5 %	1 %	0,1 %
Peruskäsittelyt (keskiarvot) — *Grundbehandlungen (Mittelwerte)*	80	106	136
Lannoitus (keskiarvot) — *Düngung (Mittelwerte)*	83	109	139
Lannoitus (sama peruskäsittely) — *Düngung (gleiche Grundbehandlung)*	165	218	277
Koejäsenet — *Versuchsglieder*	169	222	284

Taulukko 2. Keskimääräiset kauran jyväsadot kg/ha (7 vuotta).
Tabelle 2. Die durchschnittlichen Kornerträge von Hafer kg/ha (7 Jahre).

	PKN	PK	PN	KN	O	keskim. *im Mittel*
O	2 000	1 820	1 970	1 350	1 190	1 670
Kalkki — *Kalk*	1 780	1 600	1 680	1 070	1 050	1 440
Karjanlanta — *Stallmist*	2 270	2 080	2 230	1 640	1 570	1 960
Kalkki ja karjanlanta — *Kalk und Stallmist*	1 980	1 820	1 910	1 450	1 410	1 710
keskim. — *im Mittel*	2 010	1 830	1 950	1 380	1 310	1 690

F-arvot — *F-Werte:*

Kerranteet — *Wiederholungen*	15,81***
Peruskäsittelyt — *Grundbehandlungen*	43,66***
Lannoitus — *Düngung*	417,67***
Lannoitus × peruskäs. — *Düngung × Grundbeh.*	2,93**

Merkitsevät erot kg/ha — *Signifikante Differenzen:*

	5 %	1 %	0,1 %
Peruskäsittelyt (keskiarvot) — *Grundbehandlungen (Mittelwerte)*	87	115	148
Lannoitus (keskiarvot) — *Düngung (Mittelwerte)*	44	59	75
Lannoitus (sama peruskäsittely) — *Düngung (gleiche Grundbehandlung)*	88	117	149
Koejäsenet — *Versuchsglieder*	117	154	197

Taulukko 3. Keskimääräiset ohran jyväsadot kg ha (2 vuotta).
Tabelle 3. Die durchschnittlichen Kornerträge von Gerste kg ha (2 Jahre).

	PKN	PK	PN	KN	O	keskim. *im Mittel*
O	2 240	2 200	2 370	1 530	1 480	1 960
Kalkki — *Kalk*	2 480	2 500	2 480	1 690	1 620	2 160
Karjanlanta — *Stallmist*	2 500	2 530	2 540	2 030	2 030	2 330
Kalkki ja karjanlanta — *Kalk und Stallmist*	2 510	2 500	2 500	2 130	2 120	2 350
keskim. — *im Mittel*	2 430	2 440	2 470	1 850	1 810	2 200

F-arvot — *F-Werte:*	Kerranteet — *Wiederholungen*	4,77***
	Peruskäsittelyt — *Grundbehandlungen*	14,11***
	Lannoitus — *Düngung*	136,78***
	Lannoitus × peruskäs. — *Düngung × Grundbeh.*	4,60***

Merkitsevät erot kg/ha — *Signifikante Differenzen:*	5 %	1 %	0,1 %
Peruskäsittelyt (keskiarvot) — *Grundbehandlungen (Mittelwerte)*	138	186	247
Lannoitus (keskiarvot) — *Düngung (Mittelwerte)*	82	108	139
Lannoitus (sama peruskäsittely) — *Düngung (gleiche Grundbehandlung)*	164	216	277
Koejäsenet — *Versuchsglieder*	202	270	353

Jotta saataisiin mahdollisimman selvä ja yhtenäinen kokonaiskäsitys tähänastisen koekauden sadoista, esitetään taulukossa 4 vielä keskimääräiset ry-sadot kaikilta vuosilta. Koska satoanalyyseja ei ole suoritettu, on satoja rehuyksiköiksi muunnettaessa ollut pakko käyttää yleisiä kalentereissa esitettyjä normilukuja. Näin menetellen tulee tosin tehdyksi ilmeisiä virheitä, koska eri koejäsenten sadot eivät laadultaan ole samanarvoisia. Erityisesti heinäsadoissa erilainen rikkaruohopitoisuus aiheuttaa virheitä. Virheet vaikuttavat satoeroja pienentävästi. Käytetyt muuntoluvut ovat heinällä 0,4, kauralla 0,8 ja ohralla 1,0, taulukossa on sadot pyöristetty täysille kymmenille rehuyksiköille. Kevätviljojen olkisatoja ei taulukossa ole otettu huomioon, koska oljilla ei enää nykyisin ole mainittavaa taloudellista merkitystä.

Taulukko 4. Keskimääräiset sadot ry/ha (31 vuotta).
Tabelle 4. Die durchschnittlichen Erträge FE/ha (31 Jahre).

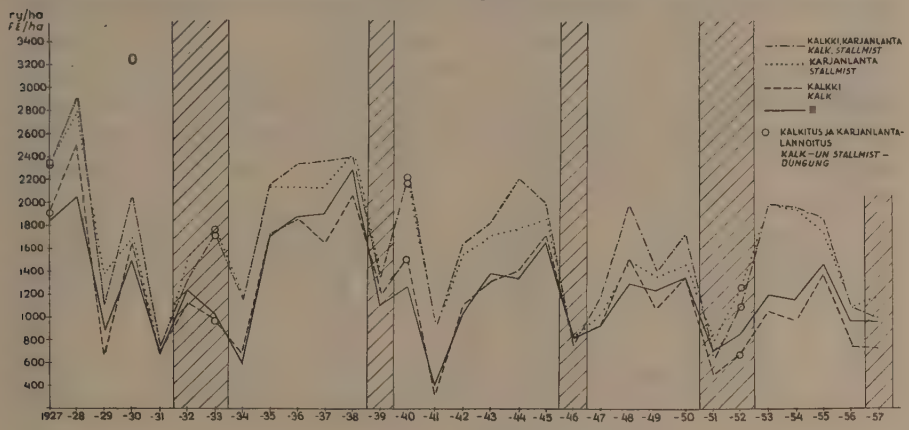
	PKN	PK	PN	KN	O	keskim. *im Mittel*
O	2 010	1 800	1 790	1 400	1 250	1 650
Kalkki — *Kalk*	2 090	1 970	1 800	1 350	1 220	1 690
Karjanlanta — *Stallmist*	2 200	2 010	2 050	1 760	1 610	1 930
Kalkki ja karjanlanta — *Kalk und Stallmist*	2 220	2 130	2 050	1 820	1 670	1 980
keskim. — *im Mittel*	2 130	1 980	1 920	1 580	1 440	1 810

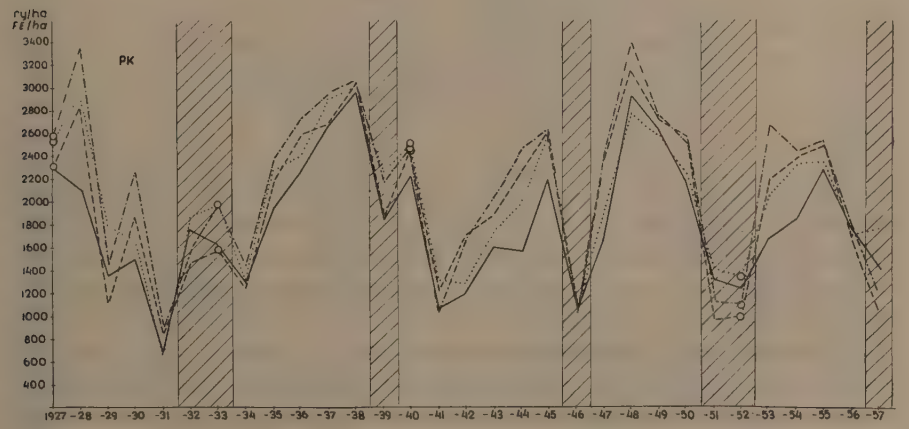
F-arvot — *F-Werte:*	Kerranteet — *Wiederholungen*	22,95***
	Peruskäsittelyt — *Grundbehandlungen*	10,54***
	Lannoitus — *Düngung*	970,28***
	Lannoitus × peruskäs. — *Düngung × Grundbeh.*	10,20***

Merkitsevät erot kg/ha — *Signifikante Differenzen;*	5 %	1 %	0,1 %
Peruskäsittelyt (keskiarvot) — *Grundbehandlungen (Mittelwerte)*	40	53	68
Lannoitus (keskiarvot) — *Düngung (Mittelwerte)*	25	33	41
Lannoitus (sama peruskäsittely) — *Düngung (gleiche Grundbehandlung)*	49	65	82
Koejäsenet — *Versuchsglieder*	59	78	100

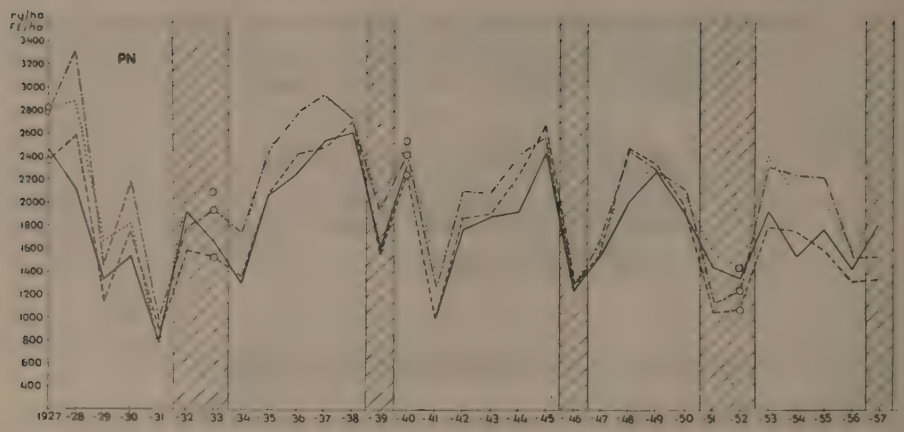
Eri vuosina korjatut sadot käyvät selville piirroksesta 2.

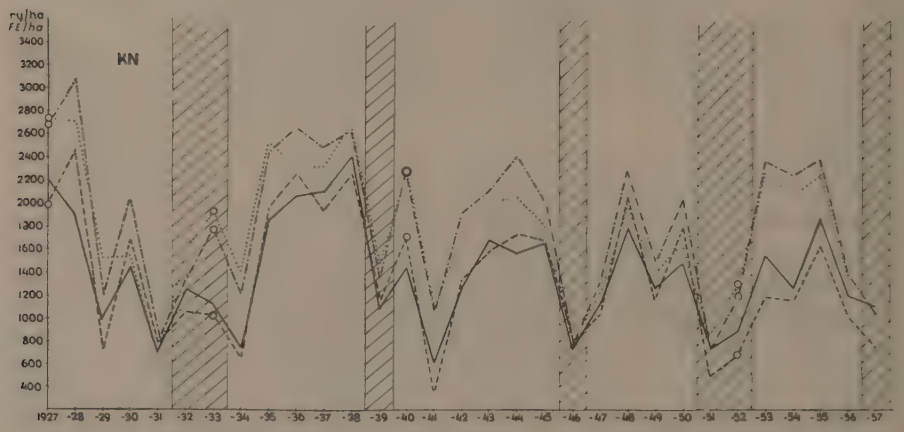
Piirros 2. Eri vuosien rehuyksikkösadot koko koeajalta. Kauravuodet tummennettuina.
Fig. 2. Die FE-Erträge in den einzelnen Jahren während der gesamten Versuchszeit. Die Haferjahre dunkler dargestellt.

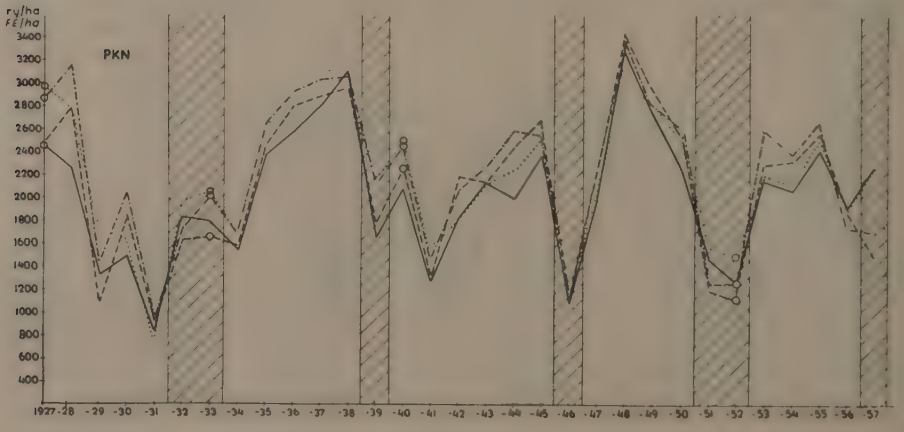




(jatk. siv. 12 — Forts. auf S. 12.)


ry/ha
FE/ha
PN
3400
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
1927 -28 -29 -30 -31 -32 33 34 -35 36 -37 -38 -39 -40 -41 -42 -43 -44 -45 -46 -47 -48 -49 -50 -51 -52 -53 -54 -55 -56 -57

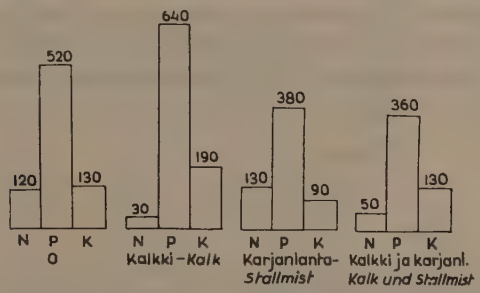

ry/ha
FE/ha
KN
3400
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
1927 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37 -38 -39 -40 -41 -42 -43 -44 -45 -46 -47 -48 -49 -50 -51 -52 -53 -54 -55 -56 -57


ry/ha
FE/ha
PKN
3400
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
1927 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37 -38 -39 -40 -41 -42 -43 -44 -45 -46 -47 -48 -49 -50 -51 -52 -53 -54 -55 -56 -57

Satotulosten tarkastelua

1. Väkilannoitteiden vaikutus

Väkilannoiteyhdistelmällä PKN on kokeessa saatu jossakin määrin erisuuruisia sadonlisäyksiä riippuen siitä onko kalkkia ja karjanlantaa käytetty vai ei. Koska eri viljelykasvit näyttävät suhtautuvan annettuihin väkilannoitelannoituksiin suunnilleen samalla tavoin, ei tässä yhteydessä ole syytä käsitellä erikseen lannoitteiden vaikutusta niihin, vaan rajoittaa tarkastelu koskemaan koko koekauden keskimääräisiä ry-satoja. Jotta saataisiin selvä kuva siitä, minkä suuruisia ovat PKN-yhdistelmään sisältyvien eri ravinteiden osuudet yhteisestä sadonlisäyksestä, ne on laskettu TENNBERGin (1939) kehittämää ns. suhteellista laskutapaa käyttäen, ja ne esitetään piirroksessa 3.



Piirros 3. Eri ravinteiden keskimääräiset osuudet niiden yhteisestä sadonlisäyksestä ry/ha.

Fig. 3. Die durchschnittlichen Anteile der verschiedenen Nährstoffe an ihrem gemeinsamen Mehrertrag, FE/ha.

Piirroksesta voidaan havaita, että ilman kalkkia ja karjanlantaa olevalla suolla fosforin vaikutus on suuri ja typen ja kalin kohtalainen. Se seikka, että kalin osuus sadonlisäyksestä on suhteellisen vaatimaton, todistaa, että suo on joskus ennen kokeen perustamista tullut savetuksi (vrt. ANTTINEN 1958, s. 12, piirros 3). Kalkituksen vaikutuksesta typen osuus selvästi pienenee, mutta fosforin ja kalin osuudet suurenevat. Typen osuuden pieneneminen osoittaa, että kalkki tehostaa turpeen typen mobilisoitumista ja täten tekee typpilannoituksen vähemmän tärkeäksi. Miksi fosforin ja kalin

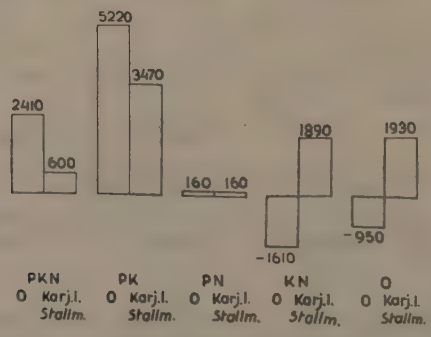
tarve tulee kalkituksen vaikutuksesta entistä suuremmaksi, on vaikeammin selitettävissä. Nimenomaan fosforin pitäisi lievemmin happamalla maalla pysyä helposti liukenevassa muodossa.

Karjanlannalla lannoitetulla suolla väkilannoitteiden vaikutus yleensä pienenee, mikä johtuu lannan sisältämistä ravinteista. Merkille pantavaa on kuitenkin, että typpilannoitus antaa karjanlannan yhteydessä käytettynä yhtä hyviä sadonlisäyksiä kuin ilman lantaa olevilla kokeen osillakin. Saman havainnon ovat savimaalla tehneet SALONEN ja TAINIO (1956).

Koetulosten mukaan on typen satoa lisäävä vaikutus suhteellisen vaatimaton. Tämä johtuu luonnollisesti siitä, että käytetty salpietarimäärä on ollut ainakin nykyistä salpietarin käyttöä ajatellen erittäin niukka. Jos salpietaria olisi annettu runsaammin, olisivat sadot vastaavasti suurentuneet ja typen osuus sadonlisäyksestä kasvanut.

2. *Kalkin vaikutus*

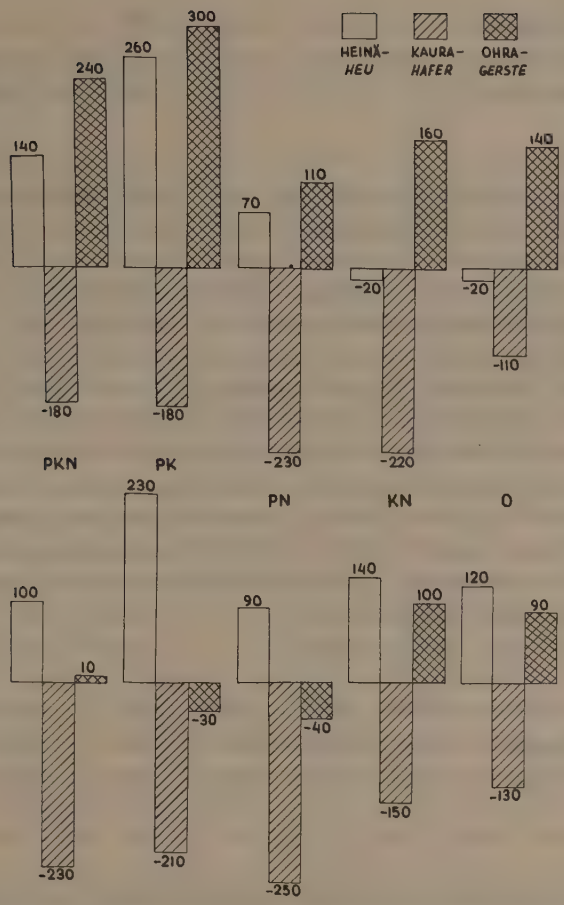
Koska maan kalkkipitoisuus ennen kokeen perustamista oli suhteellisen suuri (n. 4 500 kg CaO/ha), on luonnollista, että kalkituksen satoja lisäävä vaikutus ei ole voinut muodostua kovin suureksi. Tämä voidaan havainnollisesti todeta piirroksesta 4, jossa esitetään kalkituksella saadut kokonaissadonlisäykset erilaisten lannoitusten yhteydessä. Parhaassa tapauksessa on sadonlisäys n. 5 200 ry/ha, mikä vastaa 170 ry:ä vuodessa, ja keskimäärin n. 1 400 ry eli 45 ry vuotta kohden. Tämä keskimääräinen lisäys on niin pieni, että kalkituksen kannattavuutta on pidettävä kyseenalaisena.



Piirros 4. Kalkituksella saadut kokonaissadonlisäykset ry/ha.

Fig. 4. Die durch Kalkung erhaltenen gesamten Mehrerträge, FE/ha.

Jos kuitenkin tarkkaillaan kalkituksen vaikutusta eri kasveihin, voidaan todeta varsin huomattavia poikkeamisia keskiarvoluvuista. Nämä poikkeamiset käyvät parhaiten selville piirroksesta 5.



Piirros 5. Kalkin aiheuttamat sadonlisäykset eri kasveilla ry/ha keskim. vuodessa. Ylempi pilarisarja kuvaa kalkin vaikutusta ilman karjanlantaa, alempi karjanlannan kanssa.

Fig. 5. Die durch Kalk bewirkten Mehrerträge bei den verschiedenen Pflanzen in FE/ha durchschnittlich im Jahre. Die obere Kolumnenreihe gibt die Kalkwirkung ohne Stallmist wieder, die untere mit Stallmist.

Heinäsatoihin on kalkki vaikuttanut keskimääräistä edullisemmin. Vain silloin, kun fosforilannoitus täydelleen puuttuu (KN- ja O-jäsenet ilman karjanlantaa), on kalkin vaikutus ollut keskimäärää heikompi, vieläpä negatiivinenkin. Koekauden alkuvuosina lisäsi kalkki näilläkin koejäsenillä satoja, mutta vähitellen on vaikutus muuttunut päinvastaiseksi. Seuraavat luvut osoittavat sadonlisäyksiä neljältä ensimmäiseltä (1927—30) ja neljältä viimeiseltä (1953—56) nurmivuodelta:

	KN	O
1927—30	60	110
1953—56	—220	—160

Asia lienee selitettävissä siten, että alkuvuosina kalkitus edisti maassa ennestään olleen fosforin hyväksikäyttöä, mutta että myöhemmin fosforin loppuminen on tullut näkyviin selvänä sadon alenemisena. Luvut osoittavat kuinka vanha toteamus, että »kalkki tekee isät rikkaiksi mutta pojat köyhiksi», voi pitää paikkansa, kun lannoitus on puutteellinen.

Nurmen kasvikoostumuksen ja kalkin vaikutuksen välillä vallitsee kiinteä vuorosuhde. Jos apila on hyvin säilynyt, mitä kuitenkin on tapahtunut vain harvoin, on kalkki lisännyt satoja paljon enemmän kuin vuosina, jolloin apilaa ei nurmessa ole ollut. Tämän osoittamiseksi esitetään seuraavassa keskimääräiset sadonlisäykset (ry/ha) kolmelta parhaalta apilavuodelta (1947, 1948, 1953), jolloin apilaa oli parhailla koejäsenillä keskimäärin n. 50 %, sekä kolmelta vuodelta (1934, 1941, 1954), jolloin apilaa ei ollut käytännöllisesti katsoen ollenkaan. Luvut ovat keskiarvoja karjanlantaa saaneilta ja karjanlannattomilta koejäseniltä.

	PKN	PK	PN	KN	O	keskim.
apilaiset nurmet ..	200	520	90	80	110	200
apilattomat nurmet	50	110	70	—90	—100	10

Kalkituksen vaikutus ei ainakaan selvästi näytä olevan riippuvainen nurmen iästä. Aineisto on kuitenkin tässä suhteessa niin niukka, että sen nojalla ei voi varmoja päätelmiä tehdä. Keskiarvot osoittaisivat, että suurimmat sadonlisäykset on kalkilla saatu II ja IV vuoden ja pienimmät I vuoden nurmilta. Erot eivät kuitenkaan ole suuret ja johtuvat todennäköisesti sattumasta.

Piirroksesta 5 käy erittäin havainnollisesti selville, että kalkitus on kaikissa yksityistapauksissa voimakkaasti vaikuttanut kaurasatoja alentavasti. Kalkituksen haitallinen vaikutus on ollut erityisen selvä vuosina 1932, 1951, 1952 ja 1957. Kolmena muuna vuotena ovat erot tässä suhteessa olleet suhteellisen vähäisiä.

Vaikka kaura kuuluukin niiden vaatimattomien kasvien joukkoon, jotka menestyvät kohtalaisesti happamillakin mailla, on tällainen voimakas sadon pieneneminen kalkituksen vaikutuksesta yllättävää. Syynä ei voine olla mikään muu kuin kalkin aiheuttama jonkin hivenravinteen muuttuminen

liukenemattomaan tai vaikealiukoiseen muotoon. Minkäänlaisia merkkejä hivenravinteiden puutteesta ei kuitenkaan kasvustossa ole ollut havaittavissa. Koska hivenaineanalyyseja ei ole suoritettu, jää asia tässä yhteydessä ratkaisematta. [1])

Niinä kahtena vuotena, joina koealueella on viljelty ohraa, on kalkin vaikutus ollut erittäin hyvä lukuun ottamatta karjanlantaa saaneita PKN-, PK- ja PN-jäseniä, joilla kalkitus ei ole pystynyt satoja lisäämään, pikemmin päinvastoin. On luonnollista, että maan happamuuteen nähden niin vaatelias kasvi kuin ohra on erityisesti hyötynyt kalkituksesta. Mistä edellä mainittu poikkeus johtuu, on epäselvää. Onko kysymyksessä liian pienestä aineistosta johtuva sattuma, vai onko karjanlantalannoitus ehkä pystynyt nostamaan pH-arvon kriitillisen rajan yli, niin että kalkitusta ei enää happamuuden poistamiseksi tarvita? Jälkimmäistä vaihtoehtoa eivät tue viljavuustutkimuksen yhteydessä suoritetut pH-määritykset (vrt. s. 23).

Aikaisemmin mainittuja poikkeuksia lukuun ottamatta (KN- ja O-jäsenet ilman karjanlantaa nurmella ja PKN-, PK- ja PN-jäsenet karjanlantaa saaneella kokeen osalla ohralla) on kalkin vaikutus, milloin kalkkia on käytetty eri väkilannoiteyhdistelmien ja karjanlannan kanssa, ollut yleensä melkoisen tasainen. Poikkeuksen tästä säännöstä muodostaa vielä yhdessä PK-lannoituksen kanssa käytetyn kalkin vaikutus, riippumatta siitä, onko karjanlantaa annettu vai ei. Kalkituksella saadut sadonlisäykset ovat PK-jäsenillä selvästi suuremmat kuin muilla ja erityisesti tämä tulee näkyviin nurmivuosina. Tämä perustuu kalkin aikaansaamaan typen tehostuneeseen mobilisaatioon. Turpeen omia typpivaroja on kalkin ansiosta muuttunut kasvien käytettävissä olevaan muotoon siinä määrin, että kalkituksella heinää ja ohraakin viljeltäessä on voitu korvata kokeessa käytetty niukka typpilannoitus. Kalkittujen PK-jäsenten heinä- ja ohrasadot ovat keskimäärin olleet runsaammat kuin kalkitsematta jääneiden PKN-jäsenten. Koetuloksista ei voida varmasti todeta, että kalkki olisi vaikuttanut jotakin kasvien käytettävissä oleviin fosfori- ja kalimääriin. Viitteitä positiiviseen vaikutukseen on kuitenkin olemassa, sillä kalkituilla kokeen osilla ovat erotukset PKN—KN ja PKN—PN suuremmat kuin kalkitsemattomilla.

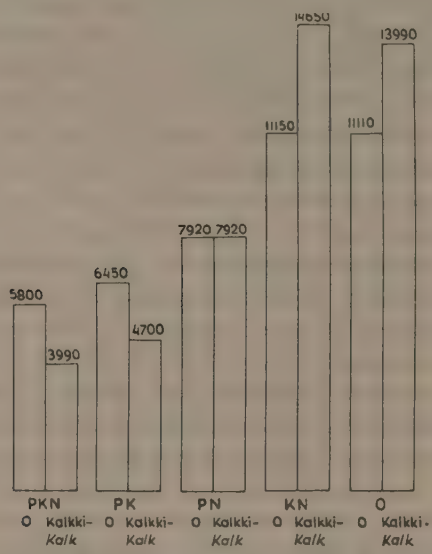
Koetulosten mukaan ei näin suurten kalkkimäärien (11 tn/ha) käyttö ole kannattavaa muuten kuin PK-lannoituksen yhteydessä. On luultavaa, vaikkakaan asia ei kokeen tuloksista mitenkään käy selville, että suhteellisen runsaalla typpilannoituksella apilattomille nurmille annettuna (esim. 50—70 kg N/ha) saataisiin parempi taloudellinen tulos. Pienempi kokonaiskalkkimäärä olisi kaiken todennäköisyyden mukaan myös osoittautunut kannattavammaksi.

---

[1]) V. 1958 osalle koetta annettu kuparilannoitus ei ainakaan lisännyt ohrasatoja.

3. Karjanlannan vaikutus

Taulukon 4 mukaan on karjanlannan satoja lisäävä vaikutus kokeessa ollut kalkituksen vaikutukseen verrattuna moninkertainen. Vielä selvemmin tämä näkyy piirroksesta 6, jossa esitetään karjanlannalla saadut kokonaissadonlisäykset erilaisen väkilannoitelannoituksen ja kalkituksen yhteydessä. Keskimäärin on lannalla saatu n. 9 000 ry:n sadonlisäyksiä, mikä määrä vastaa lähes 300 ry:n vuotuista lisäystä ja 75 ry:n lisäystä käytettyä lantatonnia kohden. Jos ry:n hinnaksi lasketaan 15 mk, tulee lantatonnin korvaushinnaksi n. 1 100 mk.



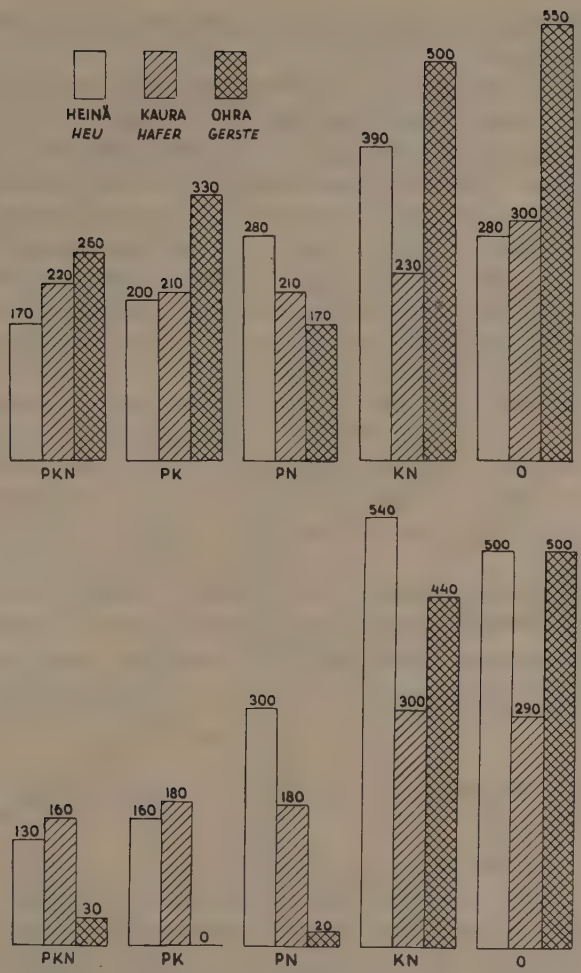
Piirros 6. Karjanlantalannoituksella saadut kokonaissadonlisäykset ry/ha.

Fig. 6. Die mit Stallmistdüngung erhaltenen Zunahmen des Gesamtertrages, FE/ha.

Piirroksesta 7 käyvät selville karjanlannan aiheuttamat sadonlisäykset jaoteltuina eri kasveille ja laskettuina keskimäärin vuotta kohden.

Jo pikainen silmäys piirrokseen osoittaa, että eri kasvien kyky käyttää hyväkseen karjanlantaa on likipitäen samanlainen. Kaura näyttää kuitenkin hyötyneen karjanlannasta keskimäärin vähän vähemmän kuin heinä ja ohra.

Kalkitulla maalla on karjanlanta tehonnut PKN- ja PK-lannoituksen yhteydessä huonommin, mutta varsinkin KN- ja O-jäsenillä paremmin kuin kalkitsematta olevilla kokeen osilla. Koska koealueella, kuten aikaisemmin jo on käynyt selville, varsinaisista ravinteista fosforin puute on suurin, on luonnollista, että lanta myös fosforia sisältävänä lannoitusaineena on antanut suurimmat sadonlisäykset KN- ja O-jäsenillä.



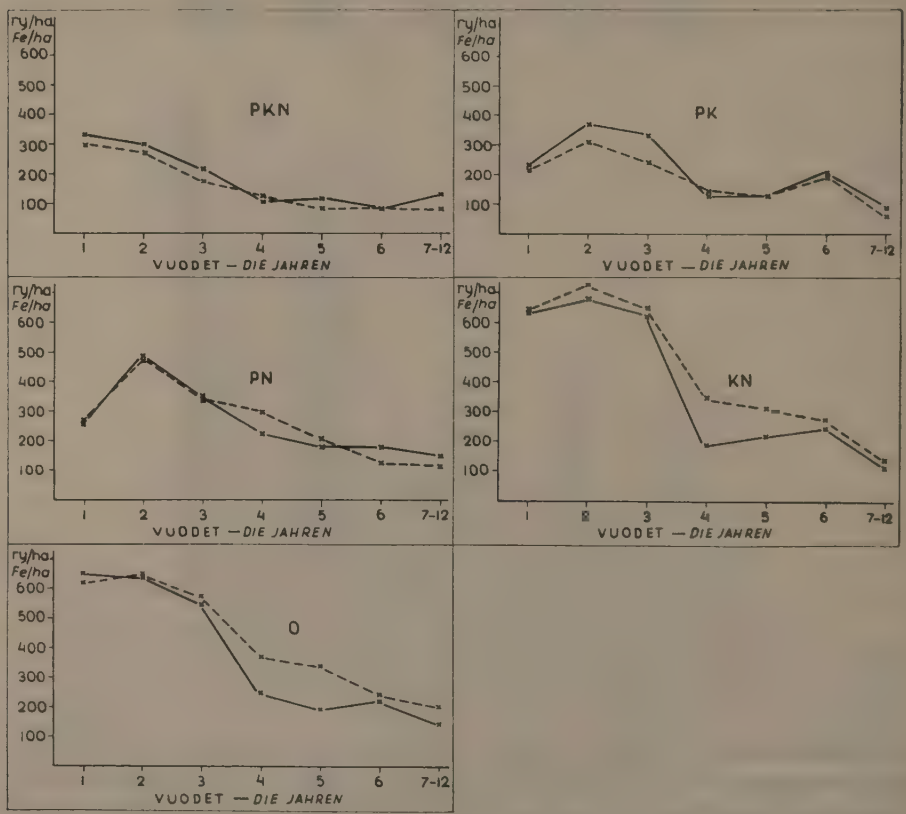
Piirros 7. Karjanlannan aiheuttamat sadonlisäykset eri kasveilla ry/ha keskim. vuodessa. Ylempi pilarisarja kuvaa karjanlannan vaikutusta ilman kalkitusta, alempi kalkitulla maalla.

Fig. 7. Die durch Stallmist bewirkten Mehrerträge bei den verschiedenen Pflanzen in FE/ha durchschnittlich im Jahre. Die obere Kolumnenreihe gibt die Wirkung des Stallmistes ohne Kalkung wieder, die untere bei gekalktem Boden.

Karjanlannan vaikutus perustuu etupäässä sen sisältämiin ravinteisiin. Sen sekä fosfori- että kalilannoitusvaikutus on ollut varsin huomattava ja typpilannoitusvaikutuskin selvä. Taulukosta 4 voidaan laskemalla todeta, että karjanlannan kali- ja typpilannoitusvaikutukset ovat olleet suuremmat kuin kokeessa käytettyjen kalisuola- ja salpietarimäärien vaikutukset. Koska lannan sisältämä fosforimäärä on suhteellisen vähäinen, se ei ole riit-

tänyt lisäämään satoja samassa määrin kuin kokeessa käytetty 300 kg:n kotkafosfaattiannos.

Karjanlannan vaikutuksen kestävyys esitetään piirroksessa 8. Siinä kuvataan lannan aiheuttamat sadonlisäykset vuodessa (ry/ha) eri vuosina lannoituksen toimittamisen jälkeen ja erikseen kunkin väkilannoiteyhdistelmän yhteydessä. Kalkitsematta jääneellä ja kalkitulla maalla saadut sadonlisäykset on piirrokseen merkitty erilaisilla viivoituksilla. Koska karjanlantalannoitus on annettu neljä kertaa ja lannoitusten väli on ollut vähintään kuusi vuotta, on piirrokseen merkitty neljän vuoden keskitulokset vuosilta I—VI lannoituksen suorittamisesta lukien. Loput 7 koevuotta, joina lannoituksesta on kulunut 7—12 vuotta, on piirrokseen merkitty yhtenä ryhmänä.



Piirros 8. Karjanlannan aiheuttamat sadonlisäykset eri vuosina lannoituksen jälkeen ry/ha vuodessa. Yhtenäinen viiva ilman kalkkia olevalla, katkoviiva kalkitulla maalla.

Fig. 8. Die durch Stallmist bewirkten Mehrerträge in den verschiedenen Jahren nach Düngung in FE/ha jährlich. Die ausgezogene Linie bei ungekalktem, die gestrichelte bei gekalktem Boden.

Piirroksesta on todettavissa, että suurimmat sadonlisäykset on saatu kolmena ensimmäisenä vuotena. Prosentteina laskien on näiden vuosien yhteinen sadonlisäys ollut keskimäärin n. 60 % koko sadonlisäyksestä, kalkitulla maalla tätä keskimäärää vähän pienempi, kalkitsematta olevalla suurempi. Kolmannesta vuodesta lähtien sadonlisäykset pienenevät, kalkitsematta jääneellä maalla nopeammin kuin kalkitulla. Erityisesti KN- ja O-jäsenillä ovat kalkin aiheuttamat erot tässä suhteessa selvät.

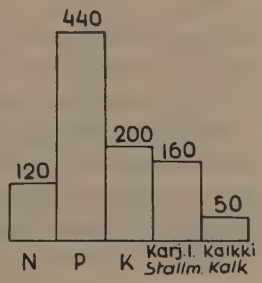
Piirroksessa herättää huomiota se, että ensimmäisenä vuotena karjanlannan vaikutus useimmiten on pienempi kuin toisena. Syynä tähän voi olla se, että lannan mukana maahan tulleiden olkien lahottamiseen tarvitaan typpeä, joka näin ollen ei tule viljelykasvien käyttöön. On myös mahdollista, että kasvilajilla on merkitystä tässä ilmiössä, sillä kaura, jota lannoitusvuonna useimmin on koealueella viljelty, ei pysty hyötymään karjanlannan ravinteista yhtä hyvin kuin nurmi ja ohra.

Vielä vuosina 1950 ja 1951, jolloin oli kulunut 11—12 vuotta edellisestä karjanlantalannoituksesta, oli lannan satoa lisäävä vaikutus selvästi havaittavissa. Keskimäärin kaikki lannoitukset huomioon ottaen olivat sadonlisäykset näinä vuosina 120—140 ry/ha.

Todettakoon vielä, että selostettavana olevassa kokeessa karjanlanta on lisännyt satoja huomattavasti enemmän kuin Mustialan koulutilalla savimaalla vuosina 1929—53 olleessa kokeessa (Salonen ja Tainio 1956).

4. *Väkilannoitteiden ja peruskäsittelyjen yhteinen vaikutus*

Taulukon 4 mukaan on keskimääräinen ry-sato noussut täyslannoituksen, kalkituksen ja karjanlantalannoituksen ansiosta 1250 ry:stä 2 220 ry:öön. Erotus 970 ry on erilaisten lannoitusten ja kalkituksen yhteistulos. Laskemalla aikaisemmin mainittua suhteellista laskutapaa käyttäen eri toimenpiteiden osuudet yhteisestä sadonlisäyksestä saadaan piirroksessa 9 esitetyt arvot.



Piirros 9. Väkilannoitteiden ja peruskäsittelyjen osuus kaikkien yhteisestä sadonlisäyksestä ry/ha.

Fig. 9. Der Anteil der Kunstdüngemittel und der Grundbehandlungen an dem gemeinsamen Mehrertrag aller dieser Massnahmen, FE/ha.

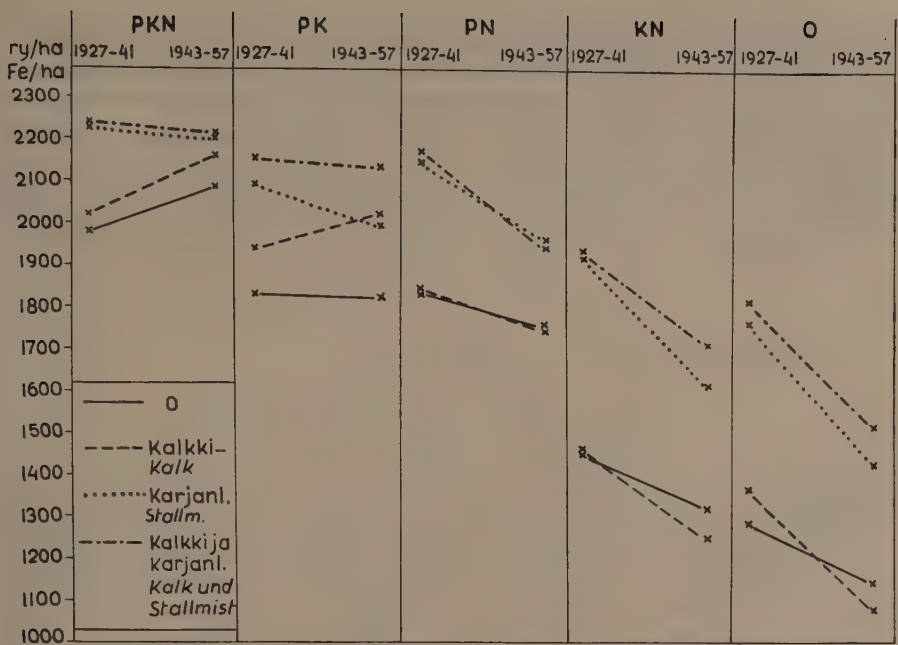
Piirroksesta voidaan todeta, että suurin osuus sadonlisäyksestä tulee fosforin osalle. Seuraavina ovat paremmuusjärjestyksessä kali, karjanlanta ja typpi ja viimeisenä kalkki. Kalkin huonoon sijoitukseen vaikuttaa ratkaisevasti sen aiheuttama sadonalennus kauraa viljeltäessä. Jos lasketaan vastaavat arvot nurmi- ja ohravuosilta, sijoittuu kalkki neljännelle tilalle ennen typpeä.

Satotasossa koekauden aikana tapahtuneet muutokset

Tarkastettaessa piirrosta 2, jossa on esitetty ry-sadot kultakin koevuodelta erikseen, voidaan havaita, että sadoissa esiintyy vuodesta toiseen erittäin suuria vaihteluja. Nämä vaihtelut johtuvat ensi sijassa sääsuhteista, mutta myös sellaiset seikat kuin esim. nurmen perustamisen onnistuminen, apilan säilyminen ja jossakin määrin kasvilajin vaihtelu ovat osaltaan olleet eroja aiheuttamassa. Piirroksesta ei näiden vaihtelujen takia ole ainakaan helposti havaittavissa, ovatko lannoitustoimenpiteet tähänastisen koekauden aikana nostaneet vai alentaneet keskimääräistä satotasoa.

Jotta vuotuiset tilapäisvaihtelut saataisiin eliminoiduiksi pois, esitetään piirroksessa 10 satotason muutokset kahdelta 15-vuotisjaksolta, vuosilta 1927—41 ja 1943—57. Nämä jaksot eivät kaikin puolin ole toisiinsa verrannollisia. Aikaisempaan jaksoon sisältyi 11 nurmi- ja 3 kauravuotta sekä 1 ohravuosi, jälkimmäiseen 10 nurmi- ja 4 kauravuotta sekä 1 ohravuosi. Aikaisemman jakson aikana toimitettiin karjanlantalannoitus ja kalkitus 3 kertaa, jälkimmäisen vain kerran. Sääsuhteiden puolesta oli jälkimmäinen aikaisempaa edullisempi: kesä- ja heinäkuun lämpötila oli keskimäärin korkeampi ja sademäärä suurempi. Nämä eroavuudet kuitenkin ainakin osittain tasoittavat toisensa, ja kun on kysymys näinkin pitkistä ajanjaksoista, voitaneen laskelmien tuloksia pitää hyvinkin suuntaa osoittavina.

Piirroksesta on havaittavissa yleinen satotason laskeva suunta. Keskimäärin ovat jälkimmäisenä jaksona saadut sadot 6 % aikaisemman jakson satoja alhaisemmat. Vain PKN- ja PK-lannoituksen saaneilla kokeen osilla on taso pysynyt likipitäin muuttumattomana. Jos tärkeimmät ravinteet P ja K molemmat tai jompikumpi niistä puuttuu, on tason lasku erittäin jyrkkä. Herättää huomiota, että karjanlantakaan ei P:n tai K:n puuttuessa kykene pitämään yllä alkuperäistä satotasoa, joskin tähän seikkaan voi olla syynä jälkimmäisellä jaksolla annettu pienempi lantamäärä. Kalkituilla kokeen osilla ovat sadot pienentyneet PN-, KN- ja O-jäsenillä enemmän kuin kalkitsemattomilla.



Piirros 10. Satotason muutokset laskettuna ensimmäisestä 15-vuotiskaudesta (1927—41) toiseen 15-vuotiskauteen (1943—57).

Fig. 10. Die Wandlungen im Ertragsstand von der ersten 15 jahresperiode (1927—41) bis zur zweiten (1943—57) berechnet.

Koealueen viljavuusarvot

Koealueen jokaiselta ruudulta otettiin kesällä 1957 maanäytteet ja näistä suoritettiin maantutkimuslaitoksella viljavuusmääritykset. Määritysten mukaan ovat eri koejäsenten keskimääräiset pH-arvot sekä vaihtuvan kalkin, fosforin ja kalin määrät seuraavat:

pH-arvo (mitattu vedessä)

	PKN	PK	PN	KN	Q	keskim.
O	5,0	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0
kalkki	5,5	5,4	5,4	5,5	5,4	5,4
karjanlanta	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
kalkki ja karjanlanta ..	5,5	5,5	5,5	5,5	5,6	5,5
keskim.	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2

Vaihtuvaa kalkkia tn/ha ($CaCO_3$)

	PKN	PK	PN	KN	C	keskim.
O	8,75	7,9	9,4	8,1	7,4	8,3
kalkki	11,6	12,85	13,2	12,0	11,5	12,2
karjanlanta	9,4	8,75	9,7	8,25	7,1	8,6
kalkki ja karjanlanta ..	13,4	13,2	13,4	12,3	11,35	12,7
keskim.	10,8	10,7	11,4	10,2	9,3	10,5

Fosforia kg/ha (Psf)

O	95	95	90	20	25	65
kalkki	80	90	85	25	25	60
karjanlanta	145	170	155	50	55	115
kalkki ja karjanlanta ..	105	115	150	30	35	85
keskim.	105	115	120	30	35	80

Kalia kg/ha (K_{40})

O	275	315	210	350	185	265
kalkki	280	315	200	400	255	290
karjanlanta	440	440	270	520	325	400
kalkki ja karjanlanta ..	350	360	225	400	245	315
keskim.	335	355	225	420	250	315

Asetelmista voidaan todeta seuraavaa:

Kalkitus on nostanut pH-arvoa n. 0,5 astetta, lannoituksella ei näytä olevan siihen ainakaan selvää vaikutusta.

Vaihtuvan kalkin määrään on kalkituksella luonnollisesti ollut vaikutusta, mutta odotettua vähemmän. Onhan annettu 11 tonnia kalkkia pystynyt lisäämään analyysissa todettua vaihtuvan kalkin määrää vain n. 4 tonnia. Karjanlanta ja kotkafosfaatti, mahdollisesti salpietarikin, ovat lisänneet turpeen kalkkimäärää.

Kotkafosfaatti ja karjanlanta ovat lisänneet analyysissa ilmenevän helppoliukoisen fosforin määrää, mutta kalkitus on sitä hieman vähentänyt. Samaten on kalimäärä lisääntynyt kalisuola- ja karjanlantalannoituksen vaikutuksesta, mutta pienentynyt kalkkia käytettäessä, jos maa samanaikaisesti on lannoitettu karjanlannalla.

Analyysituloksia tarkasteltaessa herättää huomiota, että saadut arvot ovat miltei kauttaaltaan erittäin alhaisia käytettyihin normilukuihin verrattuina. Suhteellisen runsaalla kalkituksella on päästy vain niukasti tyydyttävään kalkkitasoon, kalitilanne on huono tai erittäin huono ja fosforitilanne parhaassa tapauksessa niukasti välttävä. Sadot eivät tosin myöskään ole olleet erityisen runsaita, mutta kuitenkin runsaampia kuin näin arvosteltu ravinnetilanne edellyttäisi.

Sadon laatu

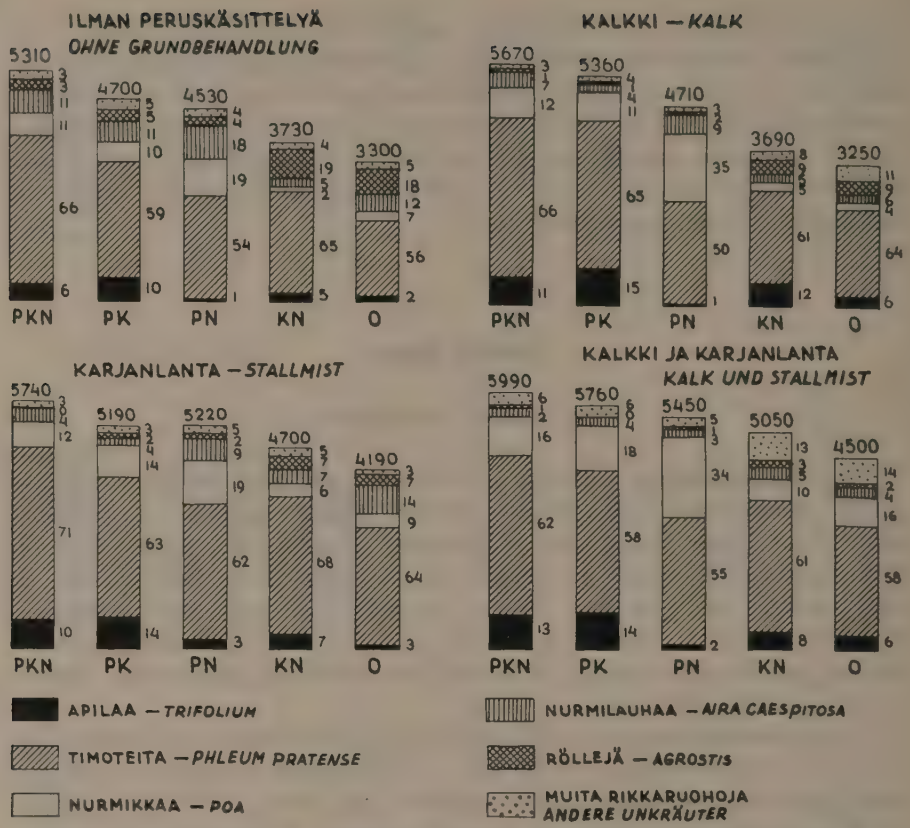
1. Heinäsadon kasvikoostumus

Kasvikoostumuksen määrittämiseksi on nurmilta heinäntekoaikaan otettu satonäytteitä, jotka sitten seuraavan talven kuluessa on analysoitu. Määrityksiä, joissa kylvämättä esiintyneistä kasveista on erikseen laskettu tärkeimpien sukujen ja lajien määrät, on suoritettu v:sta 1941 lähtien, siis 12 vuodelta. Olettaen, että analysoidut sadot vastaavat koko koekauden heinäsatoja, nämä jakautuvat apilan, timotein, nurmikkalajien, nurmilauhan, röllilajien ja muiden rikkaruohojen kesken eri koejäsenissä piirroksessa 11 esitetyllä tavalla.

Piirroksesta selviää, että apilan osuus nurmien sadoista on ollut vähäinen. Vain kolmena mainituista 12 vuodesta on apilaa ollut nurmessa tyydyttävästi ja keskimäärin jääkin apila-% yleensä alle 15 :n. Kalkitus on vaikuttanut apilan menestymiseen edullisesti, ja samaa voidaan sanoa karjanlannastakin, vaikka sen vaikutus onkin ollut vähemmän selvä. Kuten monissa muissakin lannoituskokeissa (vrt. ANTTINEN 1957 ja 1958) on nytkin todettavissa PK-lannoituksen edullinen vaikutus nurmen apilapitoisuuteen, samoin myös erityisesti kalinpuutteen haitallinen vaikutus.

Timotei on ollut nurmen valtakasvina. Sen määrään on lannoitus, olipa tämä annettu väkilannoitteina tai karjanlantana, vaikuttanut edullisesti. Sen sijaan kalkitus ei ainakaan mainittavasti ole pystynyt timotein kasvua parantamaan.

Kylvämättä esiintyvistä kasveista herättää erityistä huomiota niittynurmikka *(Poa pratensis)*. Se poikkeaa lauhasta ja röllilajeista siinä, että se muiden kasvilajien joukossa kasvaessaankin pystyy käyttämään hyväkseen maan parantunutta viljavuutta. Varsinkin fosfori- ja karjanlantalannoitus sekä kalkitus ovat lisänneet selvästi nurmikan osuutta nurmessa. Sen sijaan nurmikka ei ole riippuvainen kalilannoituksesta, mikä käy selville siitä, että se on saanut eniten jalansijaa PN-jäsenillä ja varsinkin kalkituksen yhteydessä.



Piirros 11. Kalkituksen ja lannoituksen vaikutus heinäsadon kasvikoostumukseen, %.
Fig. 11. Die Wirkung von Kalkung und Düngung auf die Pflanzenzusammensetzung des Heuertrages, %.

Jos maassa on riittävästi ravinteita ja happamuus kalkituksella poistettu. jäävät nurmilauha *(Aira caespitosa)* ja röllit *(Agrostis canina* ja *A. stolonifera)* tappiolle kilpailussa kylvettyjen lajien kanssa eikä niitä mainittavasti nurmessa esiinny. Epäedullisissa olosuhteissa ne sen sijaan voivat varsinkin vanhimmissa nurmissa tulla valtakasveiksikin. Lauhaa on kokeessa esiintynyt eniten PN- ja O-jäsenillä, röllejä KN-jäsenillä. Kalkitus on selvästi pienentänyt molempien esiintymisrunsautta.

Piirroksessa on vielä maininta »muut rikkaruohot». Tähän kuuluviksi on laskettu koealueella pieninä laikkuina esiintyvä juolavehnä *(Triticum repens)* sekä eräät ruohokasvit, kuten leinikit *(Ranunculus acer* ja *R. repens)*, syysmaitikka *(Leontodon autumnalis)*, ojakärsämö *(Achillea ptarmica)*, siankärsämö *(Achillea millefolium)* ym. Näitä kasveja on ollut suhteellisesti eniten kalkituilla KN- ja O-jäsenillä.

2. *Kevätviljojen jyväsadon laatu*

Kaurasadoista on suoritettu 1 000 jyvän painomääritykset kuutena vuotena (1932, 1939, 1946, 1951, 1952 ja 1957), hehtolitran painot on määritetty vuosina 1939, 1946, 1951, 1952 ja 1957 sekä kuoripitoisuudet vuosina 1946, 1951, 1952 ja 1957. Ohrasadoista on olemassa 1 000 jyvän paino- ja hl-painomääritykset molemmilta koevuosilta. Määritysten keskiarvot ovat seuraavat:

kauran 1 000 jyvän paino g

	PKN	PK	PN	KN	O	keskim.
O	31,2	31,0	30,2	29,8	28,8	30,2
kalkki	30,6	30,0	30,0	29,2	28,6	29,7
karjanlanta	30,8	31,3	30,4	30,4	29,6	30,5
kalkki ja karjanlanta	30,6	31,1	30,1	29,1	29,8	30,1
keskim.	30,8	30,9	30,2	29,6	29,2	30,1

kauran hehtolitran paino kg

O	47,1	46,5	45,4	45,3	45,2	45,9
kalkki	46,9	46,8	45,3	45,0	44,6	45,7
karjanlanta	46,7	46,6	45,0	45,4	45,1	45,8
kalkki ja karjanlanta	46,7	46,8	45,3	45,2	45,2	45,9
keskim.	46,9	46,7	45,3	45,2	45,0	45,8

kauran jyvien kuori-%

O	26,2	26,7	27,0	27,9	27,0	27,0
kalkki	27,4	27,2	28,0	27,1	28,5	27,6
karjanlanta	26,0	26,0	26,6	26,0	26,8	26,3
kalkki ja karjanlanta	25,5	25,7	28,0	26,9	27,6	26,7
keskim.	26,3	26,4	27,4	27,0	27,5	26,9

ohran 1 000 jyvän paino g

O	38,3	38,0	37,4	34,4	33,3	36,3
kalkki	38,0	38,0	37,3	34,2	32,5	36,0
karjanlanta	37,0	37,3	37,3	35,7	35,0	36,5
kalkki ja karjanlanta	37,1	38,0	37,8	35,6	35,9	36,9
keskim.	37,5	37,8	37,4	35,0	34,2	36,4

ohran hehtolitran paino kg

	PKN	PK	PN	KN	O	keskim.
O	61,8	62,8	62,3	61,3	60,3	61,7
kalkki	63,5	62,4	62,0	61,3	60,5	61,9
karjanlanta	62,7	63,3	61,9	61,0	61,0	62,0
kalkki ja karjanlanta ..	62,1	62,3	61,7	62,4	60,9	61,9
keskim.	62,5	62,7	62,0	61,5	60,7	61,9

Kalkki on yleensä heikentänyt varsinkin kaurasadon laatua. Selvimmin tämä näkyy kauran kuoripitoisuutta osoittavista luvuista. Ohran kohdalla on haitallinen vaikutus vähemmän selvä. Kalin ja varsinkin fosforin puute on myös aiheuttanut selvää sadon laadun heikkenemistä.

Päätelmät

Saraturvesuon lannoitus- ja kalkituskokeen tähänastisista tuloksista voidaan tehdä seuraavat päätelmät:

Jotta suolta saataisiin tyydyttäviä satoja, on varsinkin fosfori-, mutta myös kali- ja typpilannoituksesta pidettävä huolta.

Kalkitus lisää heinä- ja ohrasatoja, mutta alentaa selvästi kaurasatoja. Viimeksi mainittu seikka johtunee hivenravinteiden muuttumisesta vaikealiukoiseen muotoon, mutta analyysitulosten puutteessa tätä ei voida todistaa. Kalkin haitallisesta vaikutuksesta kauraa viljeltäessä johtuu, että kalkitus on osoittautunut heikosti kannattavaksi toimenpiteeksi. Vain PK-lannoituksen yhteydessä kalkitus antaa taloudellisesti edullisen tuloksen. Tämä on seurausta kalkin aiheuttamasta turpeen typpivarojen tehostuneesta mobilisoitumisesta.

Kalkkiin verrattuna on karjanlannan vaikutus moninkertainen, ja tämä perustuu pääasiassa sen sisältämiin ravinteisiin. Karjanlannan vaikutus on myös suhteellisen kestävä, sillä vaikka 60 % sen kokonaisvaikutuksesta tulee kolmen ensimmäisen vuoden osalle, sadonlisäykset ovat selvästi havaittavissa vielä 11—12 vuoden kuluttua lannoituksen suorittamisesta.

Satotaso on koekauden aikana yleensä alentunut. Vain PKN- ja PK-lannoitusten yhteydessä on taso pysynyt lähes muuttumattomana. Jos molemmat tärkeimmät ravinteet P ja K tai toinen niistä puuttuu, on tason lasku erittäin jyrkkä.

Koekauden lopussa suoritetussa viljavuustutkimuksessa on todettu kalkituksen nostaneen pH-arvoa n. 0,5 astetta ja vaihtuvan kalkin määrää n. 4 tonnia. Karjanlantalannoitus on parantanut maan ravinnetilannetta.

Kalkki ja karjanlanta vaikuttavat nurmen apilapitoisuuteen edullisesti. Timotein kasvuun ei sen sijaan kalkilla ole selvää vaikutusta. Kylvämättä esiintyvistä kasveista herättää huomiota niittynurmikka, se kun, päinvastoin kuin muut rikkaruohot, muiden kasvien joukossa kasvaessaankin pystyy käyttämään hyväkseen maan lisääntyvää viljavuutta. Kalilannoituksesta se kuitenkaan ei ole riippuvainen, koskapa se saa helpoimmin jalansijaa PN-jäsenillä.

Koeolosuhteissa on kalkitus huonontanut kevätviljojen, varsinkin kauran jyväsadon laatua.

Koska kokeessa kalkitus on toistaiseksi tuntemattomasta syystä alentanut kaurasatoja ja sen vaikutus on näin ollen jäänyt keskimäärin tavattoman heikoksi, lienee varovaisinta olla käyttämättä kokeen tuloksia kalkituksen kohdalta käytännön neuvonnassa. Vasta sitten kun ne syyt, jotka aiheuttavat tämän poikkeuksellisen sadonalennuksen, on saatu selvitetyiksi ja voidaan arvioida, suhtautuvatko Pohjois-Pohjanmaan suot yleensäkin kalkitukseen samalla tavoin, on kokeen tuloksilla käytännöllistä merkitystä. Sen sijaan kaikki se, mitä edellä on esitetty karjanlanta- ja väkilannoitelannoituksesta, on ilman muuta käytäntöön sovellettavissa.

Kirjallisuutta

ANTTINEN, O. 1957. Rahkasuon lannoitus- ja maanparannuskokeen tuloksia (Referat: Ergebnisse eines Düngungs- und Bodenverbesserungsversuchs auf Sphagnum-Moor). Valt. maatal. koetoim. julk. 155: 1—24.

—»— 1958. Saraturvesuon saveus- ja lannoituskokeen tuloksia. (Referat: Ergebnisse eines Lehmzufuhr- und Düngungsversuchs auf Seggentorfmoor). Ibid 163: 1—17.

DJURLE, O. 1930. Några resultat av Mosskulturföreningens vallförsök i mellersta Sverige. Sv. Mossk. för. Tidskr. 44: 28—29.

EGNER, H. 1948. Jordanalyser och fältförsök. NJF (Syvende kongress, Oslo, III) s. 765—771.

ERNEST, E. 1942. Wirkungsgrad des Kalkes bei verschiedener Düngung und Wirkung der Düngung ohne und mit Kalkung. Z. für Pflern., Düng. u. Bodenk. B. 30: 172—179.

FRANCK, O. 1946. Aktuella svenska kalkproblem. Växt-närings-Nytt 2, 4: 7.

—»— 1948. Om kalk och kalkning. Ibid. 5, 6: 7.

HAUGEN, B. M. 1949. Røstjernmyra, Nordenhov sogneselskaps demonstrationsfelt i myrdyrkning. Medd. Det norske Myrselskap 47: 112—115.

HOLE, E. 1924. Några resultat av Mosskulturföreningens försöksfält vid Glommerträsk i Norrbottens län. Sv. Mossk. för. Tidskr. 38: 299—301.

—»— 1930. Mosskulturföreningens vallförsök i Norrland. Ibid. 44: 163—185.

—»— 1934. Mosskulturföreningens vallförsök å kolonatområden i Norrland. Ibid. 48: 192—201.

HOVD, A. 1938. Kva myrforsøka viser. 3. Kalking, sand- eller leirkøyring på myr. Medd. Det norske Myrselskap 36: 73—83.

LUNDBLAD, K. & EKMAN, P. 1955. Sammanställning av svenska kalkningförsök. Stat. Jordbr. förs. medd. 59: 41—93.

SALONEN, M. & HONKAVAARA, T. 1954. Karjanlannan ja väkilannoitteiden vaikutuksen vertailua. (Summary: Results of a long term field experiments for the comparison of farmyard manure and different fertilizer combinations). Valt. maatal. koetoim. julk. 142: 1—41.

SALONEN, M. & TAINIO, A. 1956. Savimaan lannoitusta koskevia tutkimuksia. (Summary: Investigations concerning the manuring and fertilizing of clay soil). Ibid. 146: 1—86.

TAINIO, A. 1952. Niittonurmien lannoitus- ja kalkituskysymyksistä koetulosten valossa. Maatalous 45: 142—146.

TENNBERG, F. 1939. Synpunkter på tolkning av resultaten från gödslingsförsök med indirekt plan. Nord. Jordbr. forsk. 1939: 201—224.

TUORILA, P. 1945. Några problem rörande kalkningsfrågan. Sv. Vall- och Mossk. för. kv. skr. 7: 83—101.

TUORILA, P. & TAINIO, A. & TERÄSVUORI, A. 1939. Suomen viljelysmaiden kalkitustarpeesta. Valt. maatal. koetoim. julk. 104: 1—529.

ÅSLANDER, A. 1948. Den svenska jordens kalkbehov. 448 s. Stockholm.

Referat

Ergebnisse eines Kalkungs- und Düngungsversuchs auf Seggentorfmoor

Olavi Anttinen

Zentrale für landwirtschaftliche Forschung,
Versuchsstation in Nord-Ostbottnien,
Ruukki, Finnland

An der nord-ostbottnischen Versuchsstation in Revonlahti wurde im Jahre 1926 ein Kalkungs- und Düngungsversuch angelegt, der immer noch fortdauert. Der Versuchsboden ist für das Gebiet typischer Seggentorf, dessen Humifizierungsgrad mittelmässig (H 6—7) ist. Die Eigenschaften des Torfes spiegeln sich in den durchschnittlichen Analysenergebnissen für die bei Anlegen des Versuches entnommenen Bodenproben. Die betreffenden Analysen sind in der damaligen Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt, ihrer Abteilung für Agrikulturphysik und -chemie, ausgeführt worden:

Glühverlust der Trockensubstanz	56,8 %
Volumgewicht	0,45
Elektrolyten mg in einem Liter Boden	406
pH	5,27
N (in der Trockensubstanz)	17,2 ‰
CaO (in 0,2 norm. Salzsäure aufgelöst)	4,95 »
P_2O_5 (» » » »)	0,33 »
K_2O (» » » »)	0,62 »

Der Versuchsplan geht in seinen Hauptzügen aus der Feldkarte (Fig. 1) hervor. Glieder im Versuch sind Kalk und Stallmist, die im folgenden als Grundbehandlung bezeichnet werden, sowohl beides zusammen als auch jedes für sich, und selbstverständlich auch das Grundbehandlungsglied O. Ausserdem haben alle Grundbehandlungsglieder einen Düngungsversuch mit Kunstdüngemitteln in den Zusammenstellungen PKN, PK, PN, KN und O. An Grundbehandlungswiederholungen liegen zwei, an Kunstdüngerwiederholungen sechs vor.

Kalkung und Stallmistdüngung sind bis Ende 1957 viermal, in den Jahren 1926, 1933, 1940 und 1952, vorgenommen worden. Die Kalkmenge betrug im Jahre 1926, 2, später 3 t/ha Kalksteinmehl, und jedesmal wurden 30 t Stallmist zugeführt. Somit wurden insgesamt 11 t Kalk und 120 t/ha Stallmist aufgewandt. Kunstdünger wurde jedes Jahr gegeben. Als P-Düngung dienten 300 kg Kotkaphosphat, als K-Düngung 150 kg 40 % iges Kalisalz und als N-Düngung 100 kg Kalksalpeter, im Jahre 1957 jedoch 100 kg Oulusalpeter, alle oben angeführten Mengen je Hektar berechnet. Kalk und Stallmist wurden im Zusammenhang mit der Frühjahrsbestellung zugeführt.

Der im Versuch aufgewandte Kalk ist das in Nordfinnland ausschliesslich verwendete Dolomitkalksteinmehl der AG. Kalkkimaa gewesen, das bekanntlich magnesiumhaltig ist.

Der Mist ist etwas verbrannter Strohmist von Rindvieh gewesen, und er hat feste wie auch flüssige Exkremente enthalten.

Im Versuchsgebiet sind, wie allgemein in den Moorkulturen Nordfinnlands, Heu und Sommergetreide angebaut worden. Die Versuchszeit umfasst 22 Heu-, 7 Hafer- und 2 Gerstenjahre.

Da die Erklärungen der Tabellen und Figuren auch auf deutsch wiedergegeben werden, erübrigt sich in diesem Zusammenhang ihre ausführliche Aufzählung.

Auf Grund der bisherigen Versuchsergebnisse lassen sich aus dem Versuch folgende Schlüsse ziehen:

Damit das Moor befriedigende Erträge einbringe, ist vorwiegend für Phosphor-, aber auch für Kali- und Stickstoffdüngung zu sorgen.

Kalkung steigert die Heu- und Gerstenerträge, setzt aber die Hafererträge deutlich herab. Letzteres mag darauf beruhen, dass die Spurennährstoffe in eine schwerlösliche Form übergegangen sind, aber im Ermangelung von Analysenergebnissen lässt es sich nicht nachweisen. Auf nachteiliger Kalkwirkung beim Haferbau beruht es, dass sich die Kalkung als schwach rentable Massnahme erwiesen hat. Nur im Zusammenhang mit PK-Düngung führt Kalkung zu einem wirtschaftlich günstigen Ergebnis. Dies ist eine Folge der durch den Kalk verursachten gesteigerten Mobilisation der im Torf enthaltenen Stickstoffreserven.

Gegenüber der Wirkung von Kalk ist die von Stallmist eine vielfache, und dies liegt hauptsächlich in den darin enthaltenen Nährstoffen begründet. Auch ist die Wirkung von Stallmist verhältnismässig nachhaltig, denn obgleich 60 % seiner Gesamtwirkung auf die drei ersten Jahre entfallen, sind die Mehrerträge noch 11—12 Jahre nach Ausführung der Düngung deutlich zu erkennen.

Der Ertragsstand hat sich während der Versuchszeit im allgemeinen vermindert. Nur im Zusammenhang mit PKN- und mit PK-Düngung ist der Stand beinahe unverändert geblieben. Wenn die beiden wichtigsten Nährstoffe P und K oder eines von beiden fehlt, ist das Abfallen des Niveaus sehr steil.

In der Ergiebigkeitsuntersuchung am Ende der Versuchszeit ist festgestellt worden, dass die Kalkung den pH-Wert um etwa 0,5 Grad und die Menge des austauschbaren Kalkes um etwa 4 Tonnen gesteigert hat. Die Stallmistdüngung hat die Nährstofflage des Bodens verbessert.

Kalk und Stallmist wirken günstig auf den Kleegehalt der Heu ein. Dagegen wird das Wachsen von Timothee durch Kalk nicht deutlich beeinflusst. Auffallend unter den ungesät vorkommenden Pflanzen ist das Wiesenrispengras, das, anders als das übrige Unkraut, auch im Mischbestand die zunehmende Fruchtbarkeit des Bodens auszuwerten vermag. Doch ist es von Kalidüngung nicht abhängig, da es eben bei den PN-Gliedern am leichtesten Fuss fasst.

Unter den Versuchsbedingungen hat die Kalkung die Beschaffenheit des Kornertrages von Sommergetreide, besonders Hafer, herabgesetzt.

Da die Kalkung im Versuch aus vorerst unbekannter Ursache die Hafererträge vermindert hat und ihre Wirkung somit im Mittel aussergewöhnlich schwach geblieben ist, dürfte es am vorsichtigsten sein, bei praktischer Beratung die Versuchsergebnisse für Kalkung unbenutzt zu lassen. Erst dann, wenn die Ursachen, die diese ungewöhnliche Ertragsverminderung bewirkt haben, herausgestellt sein werden und beurteilt werden kann, ob sich die Moore Nord-Ostbottniens auch im allgemeinen der Kalkung gegenüber gleicherweise verhalten, werden die Versuchsergebnisse von praktischer Bedeutung sein. Dagegen lässt sich alles, was oben über Düngung mit Stallmist und Kunstdünger dargestellt worden ist, ohne weiteres auf die Praxis anwenden.